

## Application Brief

## 절연 데이터 컨버터를 위한 션트 레지스터 선택



Alex Smith

## 머리말

낮은 저항의 정밀 인라인 저항을 션트 저항기라고 합니다. 하이브리드, 전기 및 파워 트레인 시스템, EV 충전 인프라, 모터 드라이브 같은 고전압 차량용 및 산업용 애플리케이션에서 그리고 션트 레지스터는 절연 데이터 컨버터와 함께 이용하여 제어 루프의 피드백 알고리즘을 구동하는 전류를 측정 하면서 기능을 수행하는 고전압 회로로부터 디지털 회로를 보호합니다. 텍사스 인스트루먼트는 고객이 절연 데이터 변환 요구 사항을 해결할 수 있도록 정전식 절연 장벽을 갖춘 광범위한 절연 증폭기, 절연 ADC 및 절연 콤파레이터 포트 폴리오를 보유하고 있습니다. 텍사스 인스트루먼트의 정전식 절연 장벽은 종종 100년 이상 작동할 수 있는 경우가 많습니다. TI의 정전식 절연 장벽에 대한 자세한 내용은 절연 링크를 참조하십시오.

절연 션트 및 폐쇄형 루프 전류 감지 정확도 비교 애플리케이션 요약에서 보여주듯이 션트 기반 전류 감지는 업계 최고의 정확도, 자기 간섭에 대한 내성, 장기 안정성, 높은 선형성, 낮은 오프셋 드리프트, 여러 프로젝트로의 확장성 및 가격을 낮출 수 있습니다. 션트는 인쇄 회로 기판(PCB)에 대한 배출구 연결을 위한 새시 장착, 표면 장착 또는 리드일 수 있습니다. 다양한 션트 저항기 중에서 선택할 수 있으며, 주어진 애플리케이션에 적합한 션트 저항기를 선택하는 것이 항상 간단한 것은 아닙니다. 이 애플리케이션 개요에서는 절연 전류 감지에 자주 사용되는 션트 레지스터와 절충점에 대해 설명합니다.

## 저항 및 전력 손실 요구 사항 계산

션트 저항을 선택하려면 먼저 절연 전류 감지를 위한 설계 고려 사항 문서에서 설명한 대로 절연 데이터 컨버터의 연속 및 최대 전류 크기와 선형 풀스케일 입력 전압 범위를 기반으로 필요한 저항 및 전력 손실 정격을 계산해야 합니다. 그러나 션트 레지스터 최대 온도가 자체 발열로 인해 데이터 시트에 나열된 등급을 초과하지 않도록 주의를 기울여야 합니다. 정상 조건에서 션트 저항은 설계가 적절한 열 소산을 허용한다고 가정할 때 정격 전류의 3분의 2 이상을 지속적으로 작동할 수 없습니다. 방열 기술은 애플리케이션에 따라 다르며 전류를 전달하는 PCB 트레이스 또는 주 도체, 방열판 또는 강제 공기 냉각을 위한 팬의 무게나 크기를 늘리는 등 다양한 방법으로 구현할 수 있습니다. 애플리케이션이 적절한 방열 출을 허용하지 않는 경우 션트 저항은 정격 전류의 4분의 1 이하로 낮게 작동하지 못할 수 있습니다. 이 전류 외에도 저항을 추가로 감소하거나 선택한 션트 레지스터의 전력 손실 정격을 증가시키는 것이 필요할 수 있습니다.

표면 실장 저항의 경우 PCB 트레이스에 대한 전도를 통해 자체 생성 열의 약 90%가 소산됩니다. 그림 1에서는 전류를 전달하는 PCB 트레이스 크기를 늘리는 것이 효과적인 방열 기술임을 보여줍니다. 표면 장착, 금속 요소, 1mΩ, 2512(5W) 및 3920(8W) 패키지 션트 저항의 시뮬레이션 열 성능은 자연 및 강제 공기 냉각과 함께 표시됩니다. 결과는 션트 정격 전류(%) 대 PCB 크기(mm<sup>2</sup>)로 제공되며, 여기서 선택한 션트 레지스터의 최대 온도(170°C)에 도달한 것으로 표시됩니다.

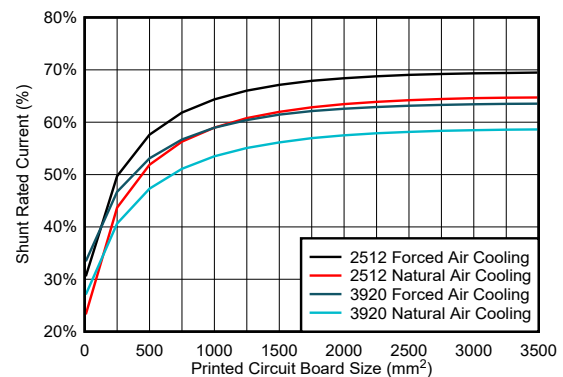


그림 1. 션트 정격 전류 대 PCB 크기

애플리케이션에서 션트 레지스터의 성능을 확인하려면 최대 공칭 작동 중에 션트 레지스터의 터미널 온도를 측정하고 션트 레지스터의 데이터 시트에서 전력 출력 전류를 확인하여 작동이 지정된 범위 내에 있는지 확인합니다. 이 방법은 저항성 물질이 지정된 최대 온도를 초과하지 않을 뿐만 아니라 지정된 온도 드리프트 계수가 유효하다는 것을 유지합니다.

예상 출력 전압 및 전력 손실을 계산할 때는 과도 및 단락 전류 크기를 고려하십시오. 션트 레지스터의 물리적 속성을 영구적으로 변경하거나 단회로를 생성할 위험이 있기 때문에 데이터 시트에 명시된 션트 레지스터의 단기 과부하 전력 손실 사양을 위반해서는 안 됩니다. 또한 데이터 시트의 절대 최대 정격 표에 표시된 대로 절연 데이터 컨버터 절대 최대 입력 전압 사양이 두 조건 모두에 대해 위반되지 않는지 확인합니다. 텍사스 인스트루먼트의 절연 데이터 컨버터의 입력 핀은 일반적으로 고압측 접지와 관련하여 손상 위험 없이 -6V에서 최대 고압측 공급 전압 +500mV까지의 전압을 견딜 수 있습니다.

## 장착, 구조 및 재질 유형

일단 저항 및 전력 손실 요구 사항을 계산하면, 표 1에 요약된 것처럼 추가적인 선택 기준을 고려해야 합니다.

**표 1. 셉트 선택 요약**

디스플레이	금속 요소	금속 호일	금속 요소	권선
설치 방법	표면 실장	표면 실장	새시 마운트	새시 마운트 또는 리드
저항 범위( $\Omega$ )	0.1 m - 1	0.5m - 0.7	25 $\mu$ - 0.1	R > 5m
와트 범위(W)	1/16 - 20	1/80 - 10	¼ - 100	½ - 1k
공차 범위(%)	0.1 - 5	0.01 - 10	0.1 - 1	0.1 - 10
드리프트 범위 (ppm/C°)	15 - 750	0.2 - 1k	20 - 100	20 - 400
펄스 용량(C°)	최대 275	최대 225	최대 175	275+
비용	+	++	+++	+++/+

표면 실장, 금속 요소 셉트 저항은 낮은 저항, 높은 와트 용량, 공정한 초기 정확도 및 낮은 비용을 제공하기 때문에 절연 전류 감지에 가장 널리 사용됩니다. Bourns®의 CSS2H 및 Vishay®의 WSLP와 같은 셉트 저항 시리즈는 절연 전류 감지에 적합합니다. 높은 초기 정밀도 또는 금속 요소가 제공할 수 있는 온도보다 낮은 드리프트가 필요한 애플리케이션은 Ohmite®의 FC4L과 같은 금속 포일을 고려할 수 있습니다. 하지만 전력 손실 정격은 일반적으로 낮으며 금속 요소에 비해 비용이 높습니다. 표면 실장 저항에 대한 레이아웃 고려 사항에는 TI Precision Labs의 이 [전류 감지 증폭기 셉트 레지스터 레이아웃](#) 비디오에 설명된 대로 단락과 고르게 매칭된 감지 연결을 통해 절연 데이터 컨버터 가까이 배치할 수 있습니다. 또한 이 [TI E2E™ 블로그](#)에서 게시글에 나와 있는 것처럼 낮은 저항(<500 $\mu\Omega$ )을 가진 표면 실장 저항용 PCB 패드를 설계할 때 주의를 기울여야 합니다. 마지막으로, PCB 제조업체와 함께 작업할 때 올바른 납땜 리플로우 프로세스를 설정했는지 확인합니다. 잘못 설치하면 패드의 납땜 접촉 저항, 작동 중 열 분산 불균형 또는 개방 회로 때문에 초기 오류가 높아질 수 있습니다.

새시 장착 저항은 인라인 컨덕터 설치를 지원하고 자체 생성 열을 PCB로 분산하지 않으므로 높은 전류가 필요한 애플리케이션에서 자주 사용됩니다. 금속 요소 새시 장착 저항기는 최대 25 $\mu\Omega$ 의 저항력과 최대 100W의 와트를 허용하는 반면, 새시 장착 와이어 권선 저항은 탁월한 펄스 파워 성능을 제공합니다. 장착 시 기본 연결부의 볼트, 리벳 또는 크립프 조인트가 과다하거나 조여지지 않도록 각별히 주의하십시오. 기본 도체 라인에 저항이 추가되면 불필요한 또는 불균형 전력 손실 및 아날로그 오류가 발생할 수 있습니다. 자세한 내용은 새시 장착 저항기 제조업체에 문의하십시오.

가장 높은 정확도가 필요한 애플리케이션의 경우 1차 전류 전달 리드(켈빈 연결)와 독립적으로 차동 감지 연결을 지원하는 4개의 터미널 셉트 레지스터를 고려하십시오. 켈빈 연결은 감지 요소 리드의 온도 드리프트가 줄어들기 때문에 2단자 셉트에 비해 더 높은 정확도를 제공하지만, 잘못된 설치를 통해 1차 전류가 감지 연결을 통해 흐르게 되어 절연 데이터 컨버터가 손상될 수 있으므로 비용이 일반적으로 더 높고 추가 위험이 있습니다. 대부분의 셉트 저항기는 온도에 대한 저항 변화를 상대적으로 예측 가능한 상태로 제공하여 전력 손

실로 인한 주변 온도 또는 자체 발열의 변화에도 불구하고 탁월한 정확도를 제공하기 때문에 셉트 레지스터 로컬 온도 측정을 주기적으로 업데이트하도록 할 수 있습니다.

## 마무리

TI의 [절연 증폭기](#), [절연 ADC](#) 또는 [절연 콤퍼레이터](#)와 올바른 셉트 레지스터를 페어링하면 업계 최고의 정확도, 자기 간섭에 대한 내성, 장기간 안정성, 높은 선형성, 낮은 드리프트, 여러 프로젝트로의 확장성, 낮은 가격 등을 갖춘 측정 결과를 달성할 수 있습니다.

## 중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 명시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안, 규정 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [ti.com](https://www.ti.com)에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안했을 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

## IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated